

Absolvování individuální odborné praxe

Individual Professional Practice in the Company

Marek Tyrlík

Bakalářská práce

Vedoucí práce doc. Dr. Ing. Zdeněk Medvec

Ostrava, 2021

Abstrakt

Tato bakalářská práce se věnuje revizním kontrolám elektrických instalací a elektrických spotřebičů. V první části je cílem seznámit se s revizemi obecně, dále pak s bezpečnostní a případným nebezpečím. V druhé části práce je revizní postup jednotlivě rozdělen na zařízení a spotřebiče, dělení do různých tříd a jednotlivé měření. V třetí části práce se věnuji ochraně před bleskem, a jeho postupy měření hromosvodů pomocí různých metod. V závěru je shrnutí práce a dosažených znalostí.

Klíčová slova

Revize, třída bezpečnosti, spotřebiče, zařízení, bezpečnost, normy, postupy, požadavky, závady, měření

Abstrakt

This bachelor's thesis deals with revision inspections of electrical installations and electrical appliances. In the first part, the aim is to get acquainted with revisions in general, then with safety and potential dangers. In the second part of the thesis, the revision procedure is individually divided into equipment and appliances, division into different classes and individual measurements. In the third part, I deal with lightning protection and its procedures for measuring lightning conductors using various methods. In conclusion there is a summary of the work and knowledge achieved.

Keywords

Revision, class security, appliances, device, safety, standarts, progresses, requirements, defect, measurement

Poděkování

Rád bych poděkoval firmě Hepel servis s.r.o., že mi umožnila absolvovat odbornou praxi, mému konzultantovi Pavlovi Heczkovi za cenné rady, které mi během praxe předal. Chtěl bych také poděkovat mému vedoucímu práce, panu doc. Dr. Ing. Zdeňku Medvecovi za poskytnutí důležitých informací a připomínek, bez kterých by tato práce nebyla kompletní.

Obsah

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	7
SEZNAM OBRÁZKŮ	8
SEZNAM TABULEK.....	8
1 ÚVOD	9
2 REVIZE	10
2.1 Požadavky na bezpečnost	10
2.2 Úraz elektrickým proudem	10
3 POSTUP PŘI REVIZNÍ KONTROLE ELEKTRICKÉHO ZAŘÍZENÍ	12
3.1 Postup revize elektrického zařízení NN	12
4 POSTUP PŘI REVIZNÍ KONTROLE ELEKTRICKÝCH SPOTŘEBIČŮ	15
4.1 Dělení spotřebičů	16
4.2 Spotřebiče třídy ochrany 0.....	16
4.3 Spotřebiče třídy ochrany I.....	17
4.4 Spotřebiče třídy ochrany II.....	18
4.5 Spotřebiče třídy ochrany III.....	18
4.6 Zápis naměřených hodnot do programu ILLKO studio	19
5 OCHRANA PŘED BLESKEM.....	24
6 REVIZE HROMOSVODŮ, UZEMNĚNÍ	25
6.1 Měření vůči známému zemniči	25
6.2 Měření pomocí sondy	26
6.3 Měření jednou klešťovou proudovou sondou.....	27
6.4 Měření dvěma klešťovými sondami	27
7 NEJČASTĚJŠÍ ZÁVADY Z REVIZÍ	29
7.1 Mechanické poškození kabelů	29
7.2 Přetěžování kabelů	29
7.3 Poškození kabelů vlivem tepla.....	30

7.4	Ochranné pospojování.....	30
7.5	Chybějící kryty	31
7.6	Chybějící označení	31
7.7	Upevnění	32
8	KURIÓZNÍ PŘÍPADY.....	33
9	ZÁVĚR.....	34
9.1	Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe.....	34
9.2	Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe	34
9.3	Shrnutí.....	34
	LITERATURA.....	35

Seznam použitých zkratek a symbolů

A	ampér (proud)
AC	střídavý proud
atd.	a tak dále
č.	číslo
ČSN	Česká technická norma / československá státní norma
DC	stejnoseměrný proud
ed.	vydání
EN	evropská norma
Hz	frekvence
ID	identifikační číslo
IT	izolovaná soustava
kW	kilowatty
mA	miliampéry
NN	nízké napětí
Obr.	obrázek
PEN	kombinovaný ochranný a střední vodič
RCD	proudový chránič
s.r.o.	společnost s ručením omezeným
Sb.	sbírka
SELV	bezpečně malé napětí
Tab.	tabulka
tj.	to je
TT	uzemněná soustava
V	volty (napětí)
VN	vysoké napětí
Ω	ohm (jednotka elektrického odporu)

Seznam obrázků

Obr. 1 - Domovní rozvaděč	12
Obr. 2 - Měření proudového chrániče	13
Obr. 3 - Princip měření parametrů proudového chrániče	13
Obr. 4 - Značka bezpečnostního transformátoru	19
Obr. 5 - Štítek ID + výrobní štítek spotřebiče	20
Obr. 6 - Okno programu ILLKO Studio parametry přístroje	20
Obr. 7 - Okno programu ILLKO Studio naměřené hodnoty	22
Obr. 8 - Dvouvodičová metoda	26
Obr. 9 - Třívodičová metoda určení odporu zemniče	26
Obr. 10 - Selektivní měření odporu zemniče proudovou sondou	27
Obr. 11 - Měření pomocí dvou klešťových sond	28
Obr. 12 - Poškození pořezáním izolace	29
Obr. 13 - Poškození pořezáním do živé části	29
Obr. 14 - Poškození kabelu vlivem přetěžování	30
Obr. 15 - Koncovka poškozená teplem	30
Obr. 16 - Svorkovnice motoru bez krytu	31
Obr. 17 - Rozvaděč bez popisků jističů a bez ochranného krytu	31
Obr. 18 - Koncovka zdroje (domácí oprava)	32
Obr. 19 - Patice světla	33
Obr. 20 - Připojení digestoře v kuchyni	33

Seznam tabulek

Tab. 1 - Účinky proudu na lidské tělo	11
Tab. 2 - Hodnoty izolačního odporu	16
Tab. 3 - Charakteristiky jednotlivých tříd ochrany a opatření k zajištění bezpečností	19
Tab. 4 - Rozdělení spotřebičů podle užívání	21
Tab. 5 - Lhůty pravidelných revizí nepřipevněných spotřebičů	22

1 Úvod

Pro absolvování individuální praxe jsem se rozhodl okamžitě, a to z několika důvodů. Chtěl jsem získat nové zkušenosti v oboru, nové informace, rady a také si osvojit své znalosti, ať už praktické, nebo vědomostní.

Bakalářská individuální odborná praxe ve firmě Hepel servis s.r.o. byla pro mě velkým přínosem. Umožnila mi vyzkoušet si a ověřit své znalosti na pozici elektrotechnika, a také mi pomohla při rozhodování a hledání směru mé pracovní kariéry.

Tato práce pojednává o pracovních postupech a využívaných technologiích, které vycházely z mé pracovní náplně na pozici elektrotechnika, kterou jsem ve firmě během své praxe primárně zastával.

Firma Hepel Servis s.r.o. byla založena v roce 2017 a sídlí v Ropici. Společnost se primárně zaměřuje na elektroinstalační montáže, opravy elektrických přístrojů, revize a kontroly elektrických instalací, hromosvodů a elektrických spotřebičů v rozsahu E2A. Dále pak nabízí poradenskou činnost, elektro, školení, nákup a prodej, návrh a kompletace NN rozváděčů. Ve firmě Hepel Servis s.r.o. pracuji na pozici pomocného elektro dělníka, administrativní činnost elektro-dokumentace, měření a zápis naměřených hodnot z revizí elektrospotřebičů. Po zadání úkolů, sbírám potřebné informace, úkol správně splnil.

2 Revize

Revize je soubor úkonů, jejímž výsledkem je revizní zpráva. Revize se provádí za účelem ověření stavu elektrického zařízení či stroje. Revizní zpráva dává uživateli obraz o stavu elektrického zařízení, jasně uvádí zjištěné závady a doporučení pro minimalizaci a předcházení rizik. V případě mé praxe šlo konkrétně o kontrolu elektrických instalací a elektrických spotřebičů. Úkon vždy provádí revizní technik, který disponuje odpovídajícím oprávněním. Toto oprávnění je udělováno Technickou inspekcí České republiky.

Technik vždy pečlivě zkontroluje, zda aktuální stav odpovídá předepsaným normám. V případě, že vše proběhne v pořádku, může se zařízení uvést do provozu a nadále bezpečně používat. Pokud však revize odhalí jakékoli nedostatky, je zařízení nutné odborně opravit anebo přestat používat. Zařízení, které neprošlo revizí ohrožuje člověka na zdraví. Provádění revizí je dáno zákonem a příslušnými ČSN a provádí se v doporučených intervalech. [1]

2.1 Požadavky na bezpečnost

U nově zhotovených elektroinstalací se před uvedením do provozu provede výchozí revize, a následně se provádí periodická revize v doporučených intervalech. U nově zakoupeného zařízení či spotřebiče jsou podmínky na bezpečnost splněny, pokud bylo zařízení nebo spotřebič ověřen v souladu se zákonem č. 22/1997 Sb. Spotřebiče používané v institucích, organizacích, firmách a podobně podléhají pravidelným kontrolám a revizím.

Jednou ze základních podmínek pro provozování zařízení je uvědomění si pojmů a nastavení technických bezpečnostních minim.

Hierarchie právních předpisů v oblasti technických zařízení:

- Zákon
- Nařízení vlády
- Vyhláška
- Místní provozní předpis
- Norma

Uvedené předpisy, je provozovatel povinen dodržet a musí se jimi řídit. Normy jsou nezávazné a provozovatel je nemusí dodržet, pokud obdrží pokyny výrobce nebo nadřazených místních provozních bezpečnostních předpisů. Tyto však musí splňovat minimálně normovou hodnotu.

2.2 Úraz elektrickým proudem

Úraz elektrickým proudem vzniká přímým spojením těla se dvěma body, mezi kterými je elektrické napětí. K průchodu proudu tělem stačí i fáze, která není uzemněná. U VN může dojít k zasažení elektrickým obloukem, a to i bez kontaktu vodiče.

Vliv elektrického proudu na organismus člověka závisí na jeho typu AC nebo DC, napětí, době trvání průchodu proudu a odporu těla.

Při úrazu elektrickým proudem NN (horní hranice NN je podle ČSN 1 000 V, v domácnostech o třífázovém rozvodu nejvýše 400 V) převažují dráždivé účinky, které mohou způsobit svalové křeče, arytmie a neurologické příznaky. Při úrazu proudem VN se začínají objevovat popáleniny a dochází k poškození vnitřních orgánů. [1]

Účinek proudu na lidské tělo:

Tab. 1 – Účinky proudu na lidské tělo

Proud v mA	Účinek
0–1	nepostřehnutelný
1–8	postřehnutelný v místě dotyku
8–15	nervosvalová křeč
25	nervosvalová křeč dýchacího svalstva
60	přechodná zástava srdce
nad 80	zpravidla trvalá zástava srdce
Platí pro střídavý proud, 50 Hz, doba cca 5 sekund	

3 Postup při revizní kontrole elektrického zařízení

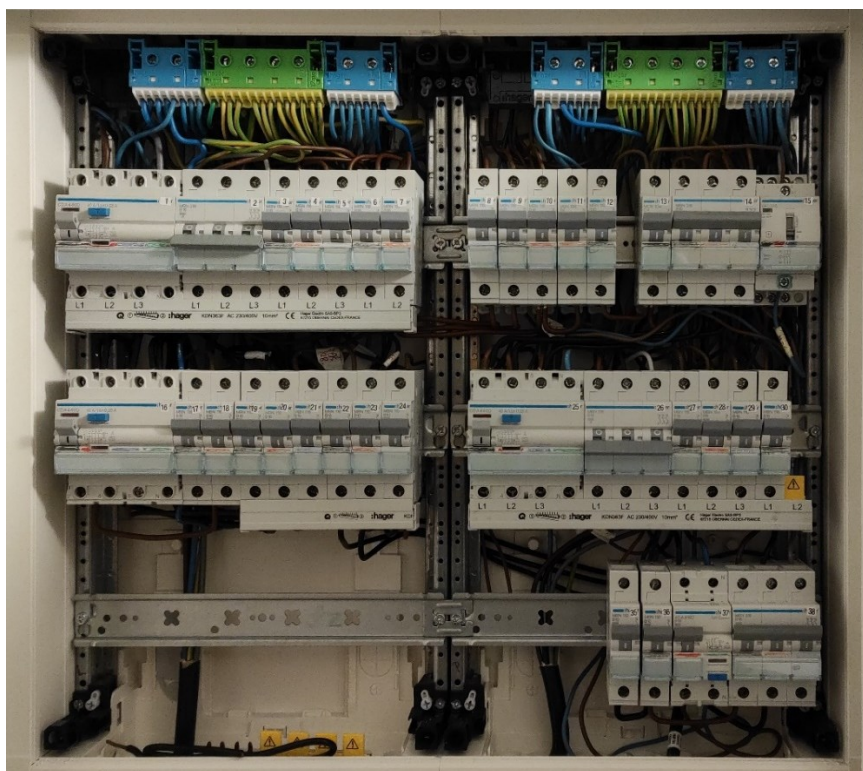
Při revizích elektrických zařízení v objektech je potřeba dodržovat všeobecné bezpečnostní předpisy. Je třeba vyloučit případné ohrožení jak osob, tak majetku. Při zkoušení zařízení nesmí vzniknout nebezpečí úrazu, požáru nebo výbuchu. Ke zkoušení a měření se používají pouze speciální přístroje schválené pro revizní činnost.

3.1 Postup revize elektrického zařízení NN

Prohlídku provádíme před zkoušením a měřením v beznapěťovém stavu.

Prohlídkou ověřujeme:

- Splnění bezpečnostních požadavků CEE nebo CZ (ochranné třídy)
- Správnou volbu instalace všech zařízení (stupně krytí)
- Způsob ochrany před úrazem elektrickým proudem
- Volbu vodičů a kabelů s ohledem na proudovou zatížitelnost
- Volbu a seřízení ochranných a kontrolních prvků
- Označení středních, ochranných a PEN vodičů
- Shodu zařízení s technickou dokumentací
- Přístupnost z hlediska provozu a údržby
-

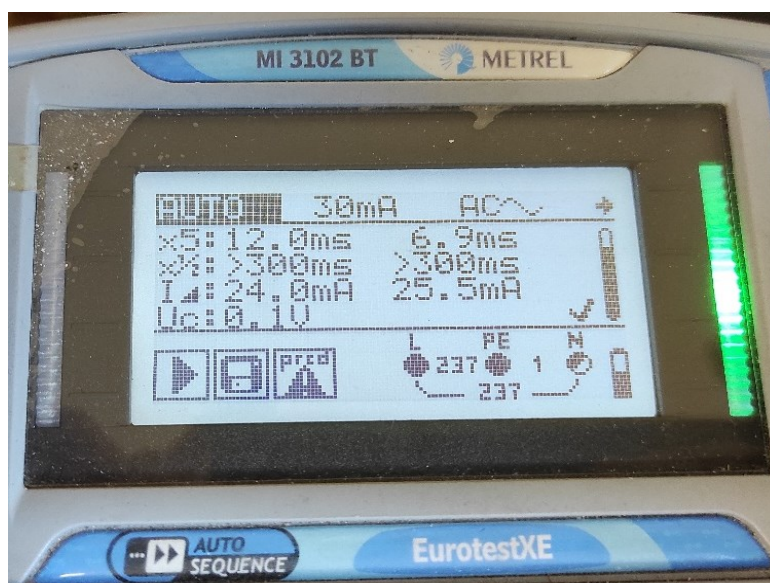


Obr. 1 - Domovní rozvaděč

Na Obr. 1 je nový rozvaděč rodinného domu. Na rozvaděči jsme kontrolovali celkové provedení zapojení rozvodnice, způsob připojení vodičů, průřezy připojených vodičů a jim přiřazených jistících prvků, shodu s projektovou dokumentací, označení jistících prvků a označení rozvodnice, umístění a osazení výstražných štítků.

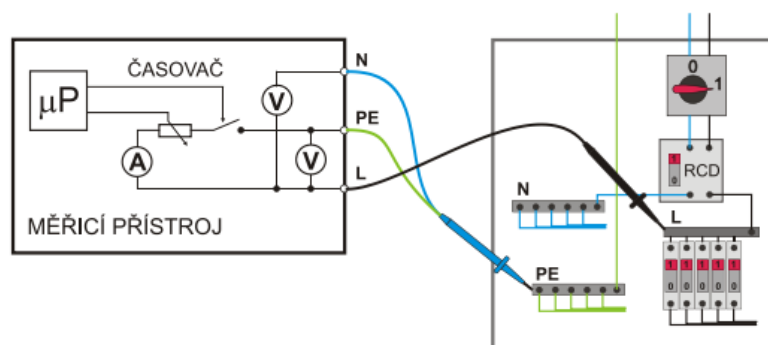
Zkoušením a měřením ověřujeme:

- Spojitost ochranných vodičů
- Izolační odpor
- Samočinné odpojení od zdroje s měřením impedančních smyček
- Velikost úbytků napětí na vedení
- Odpor zemních vodičů
- Polaritu napětí, instalace vypínačů ve fázi jednotlivých obvodů
- Směr točivého pole (sled fází)
- Funkce proudových chráničů



Obr. 2 - Měření proudového chrániče

Na Obr. 2 jsou znázorněny výsledky měření chrániče typu AC s kladným i záporným začátkem vlny. Měření probíhalo prostřednictvím přístroje EurotestXE Metrel MI 3102 BT. Měření parametrů chrániče lze při revizi provádět přímo v rozváděči s připojením přístroje mezi L a PE Obr. 3, nebo v kterékoliv zásuvce zapojené v elektrické instalaci za RCD. Pokud je test RCD vyhovující, lze považovat funkci ochrany pomocí RCD za prověřenou. U třífázového RCD stačí jeho parametry změřit v kterékoliv fázi, součtový transformátor je pro všechny fáze společný, takže není třeba opakovat měření pro každou fázi zvlášť. [3] [6]



Obr. 3 - Princip měření parametrů proudového chrániče [6]

Pokud jsme provedli prohlídku, měření a zkoušení zařízení, provedeme zápis do revizní zprávy.

Zpráva o revizi elektrického zařízení musí obsahovat:

- Určení druhu revize (výchozí, pravidelná, mimořádná)
- Vymezení rozsahu revidovaného elektrického zařízení
- Soupis použitých přístrojů
- Soupis provedených úkonů (prohlídky, měření a zkoušky)
- Soupis zjištěných závad
- Datum zahájení a ukončení revize
- Jméno a podpis revizního technika s jeho evidenčním číslem
- Výsledky (měřené hodnoty, prohlídky, zkoušky) podstatné z hlediska stavu bezpečnosti zařízení
- Závěr

U soupisu úkonů je třeba uvést, podle kterých norem či předpisů se při revizi postupovalo. U měření postačí uvést odkaz na předepsané měřicí metody. Ve věci zkoušek se postačí odkázat na ustanovení příslušných norem, které tyto zkoušky předepisují. Důležité je, aby byla uvedena data zahájení a ukončení revize, protože těmito daty je určeno časové období, kdy revizní technik dané zařízení posuzoval a od něhož se mohou odvozovat právní důsledky s ohledem na odstraňování závad. Zpráva o provedené revizi má obsahovat především konkrétní údaje, které dokumentují stav revidovaného zařízení.

V závěru revizní zprávy musí být uvedeno, zda je nebo není elektrické zařízení z hlediska bezpečnosti schopné provozu. Pokud byly při revizi zjištěny závady, musí být v revizní zprávě uvedeno, s jakým ustanovením normy nebo jiného předpisu jsou v rozporu a jaké je v důsledku závady riziko ohrožení bezpečnosti. [1] [2] [4]

Archivace revizní zprávy:

- Revizní zpráva musí být uložena u provozovatele elektrického zařízení a přístupná orgánům státního odborného dozoru
- Zpráva o výchozí revizi musí být uložena až do zrušení elektrického zařízení
- Zpráva o pravidelné revizi musí být uložena nejméně do vyhotovení následné zprávy o pravidelné revizi

4 Postup při revizní kontrole elektrických spotřebičů

Nejprve zjistíme třídu ochrany spotřebiče a podle typu přívodu se odvíjí další postup. Dále spotřebič důkladně prohlédneme z vnějšku. Prohlídka stavu krytů, ovládacích prvků, stavu přívodů a jeho vybavení, kontrola větracích otvorů, zda nejsou nadměrně zaprášené. Zkoušení provádíme připojením spotřebiče na jmenovité napětí, funkce ovládacích a bezpečnostních prvků, zda nedochází k nadměrnému jiskření komutátoru, zda je chod motoru pravidelný a nevykazuje při provozu nadměrný hluk atd.

Základní postup měření platí pro spotřebiče, které je možno pro měření odpojit od elektrické sítě. Pro všechny odpojitelné spotřebiče a prodlužovací přívody s ochranným vodičem se provede měření jeho odporu. Pokud zjistíme, že ochranný vodič je nepřipustný, můžeme u spotřebičů třídy ochrany II provést ověření změřením proudu protékajícím ochranným vodičem. [9]

Měření odporu ochranného vodiče

Pro spotřebiče s třídou ochrany I se měří odpor mezi ochrannou zdírkou vidlice a přípustnými neživými částmi spojenými s ochranným vodičem, včetně prodlužovacího nebo odpojitelného přívodu. U prodlužovacích a odpojitelných přívodů se měří odpor mezi ochrannou zdírkou vidlice a ochranným kontaktem na druhém konci. Měření provádíme pomocí zdroje o střídavém nebo stejnosměrném napětí 4 V až 24 V minimálním proudem 0,2 A (max. 10 A). Výsledný měřený odpor ochranného vodiče nesmí být větší než 0,2 Ω při délce přívodu do 3 m. K tomuto odporu připočteme 0,1 Ω na každé další 3 m délky přívodu. Maximální možná hodnota je 1 Ω , kterou nelze překročit. Během měření je doporučeno pohybovat s kabelem zejména u jeho konců, kdy se kontroluje, jestli naměřená hodnota nevykazuje při tom výrazné změny. [9]

Měření izolačního odporu

Pokud některé části nebrání, např. relé, stykač nebo elektronické spínání při vypnutí od síťového napájení, tak u všech spotřebičů, odpojitelných a prodlužovacích přívodů se změří izolační odpor. V opačném případě měříme izolační odpor pouze u přívodu. Izolační odpor se zjišťuje pomocí měřiče izolačního odporu stejnosměrným proudem se zdrojem s jmenovitým napětím nejméně 500 V při zatížení 1 mA (tj. výstupní napětí 500 V při celkovém odporu 0,5 M Ω) po dobu 5–10 s. Při měření je nutno zapnout všechny spínače, regulátory měřeného spotřebiče, kvůli bezpečnému změření izolace všech částí. [9]

Měření odporu izolace se neprovádí pokud:

- spotřebič obsahuje části, které při přiložení stejnosměrného napětí 500 V, by mohly být poškozeny nebo zničeny
- elektrický spotřebič je vybaven částmi (relé, stykače, elektronické spínání), které při vypnutí (odpojení od síťového spínání) se přestaví do polohy neumožňující změření izolačního odporu celého spotřebiče

Izolační odpor se měří:

- u spotřebičů s třídou ochrany I mezi živými částmi a neživými částmi, popř. přístupnými vodivými částmi

- u spotřebičů s třídou ochrany II a III mezi živými částmi a přístupnými vodivými částmi
- u transformátorů s třídou ochrany I a II mezi živými částmi výstupního obvodu (posuzujeme jako spotřebič třídy II), mezi pracovními vodiči a ochranným vodičem pro transformátory s třídou ochrany I (posuzujeme jako spotřebič třídy I).
- u prodlužovacích nebo odpojitelných přívodů mezi ochranným vodičem a vzájemně propojenými ostatními vodiči

Změřený odpor nesmí být menší než:

Tab. 2 - Hodnoty izolačního odporu

Třída ochrany spotřebiče	Minimální izolační odpor spotřebiče MΩ		
	držený za provozu v ruce	ostatní	
I	2	Tepelné s příkonem nad 3,5 kW	0,3
		ostatní	1
II	7	2	
III	0,25	0,25	

4.1 Dělení spotřebičů

Ke správnému využití spotřebičů je potřeba znát, jak se rozdělují. Je to důležité jednak z hlediska ochrany před úrazem elektrickým proudem, třída ochrany 0, 0I, I, II, III pak podle způsobu jejich připojení, druhu využívané energie a také z hlediska manipulace.

Podle tohoto velmi důležitého hlediska se ochrana před úrazem elektrickým proudem zajišťuje dvěma navzájem nezávislými opatřeními tak, aby při poruše jednoho, zajišťovalo ochranu druhé. To můžeme najít u všech tříd ochrany. Spotřebiče se podle seskupování ochranných opatření z hlediska ochrany před úrazem elektrickým proudem rozdělují na spotřebiče: [4]

- Třídy ochrany 0
- Třídy ochrany I
- Třídy ochrany II
- Třídy ochrany III

4.2 Spotřebiče třídy ochrany 0

Do této třídy spadají spotřebiče, u nichž ochranu před úrazem elektrickým proudem zajišťuje pouze základní izolace. To znamená, že na spotřebiči nejsou žádné takové části, které by se spojovaly s ochranným vodičem. Neznamená to však, že by na spotřebiči neživé části vůbec nebyly.

Co jsou to neživé části a jaký je jejich přesný význam? Jsou to vodivé části elektrického zařízení, kterých se lze dotknout. Tyto části při řádném stavu spotřebiče, a to především jeho základní izolace, nejsou živé. Mohou se však stát živými při poruše této základní izolace. Ta totiž odděluje neživé části od částí živých.

Uvedená skutečnost neznamená, že na spotřebiči třídy ochrany 0 není vůbec zajištěna ochrana před úrazem elektrickým proudem. Na takovémto spotřebiči je zajištěna ochrana na základní úrovni, a to před dotykem živých částí. Tuto ochranu zajišťuje právě základní izolace. Při porušení základní

izolace se na neživé části objeví napětí. Chceme-li být chráněni i v tomto případě, musíme provést nějaké opatření, které nemůže záviset na samotném spotřebiči. Takovýmto opatřením by bylo použití spotřebiče jenom tam, kde by kromě samotné neživé části, která je při poruše uzemněna přes zdroj neexistovala žádná uzemněná část. Lépe řečeno, kde by veškeré okolní předměty – podlaha, stěny byly od okolní země dostatečně izolovány. V takovém případě by se ani při poruše nemohl poruchový proud přes člověka uzavírat.

Dnes se ochranou izolovaným okolím samozřejmě nerozumí, že osoba, která pracuje se spotřebičem musí být dostatečně opatrná, ale pro daný prostor, pokud je v něm výjimečně například z provozních důvodů uplatňován tento způsob ochrany, jsou předepsána důkladná opatření. Jsou stanoveny minimální odpory podlah a stěn vůči zemi a zejména pak do tohoto prostoru nesmějí zasahovat žádné uzemněné části. To znamená, že v něm nesmějí být tělesa ústředního topení, vodovod ani jiná uzemněná potrubí, pokud nejsou napojena na izolační potrubí nebo pokud nejsou od neživé části spotřebiče třídy ochrany 0 dostatečně vzdálena, či nejsou od prostoru oddělena dostatečnou zábranou. Do uvedeného prostoru nesmí zasahovat ani uzemněný ochranný vodič. To znamená, že v něm nesmějí být umístěny ani sem nesmějí být přivedeny z jiné místnosti elektrické předměty (spotřebiče), které jsou s uzemněným ochranným vodičem spojeny. Proto uplatňuje-li se v nějakém prostoru ochrana izolovaným okolím, nesmí se v něm využít princip ochrany, na němž jsou založeny elektrické předměty (spotřebiče) třídy ochrany I. Ani tyto předměty (spotřebiče) nesmějí být v uvedeném prostoru spojeny s ochranným vodičem a zásuvky zde mají být od uzemněného ochranného vodiče odpojeny.

Z uvedených důvodů užití spotřebičů třídy ochrany 0 pro běžného spotřebitele nepřichází v úvahu a v ČR je již velmi dlouhou dobu v podstatě zakázáno. Zařízení třídy ochrany 0 se nedoporučuje použít ani tam, kde je zaručeno nevodivé okolí. Ve výjimečných případech, kdy je nutné např. v určitých elektricky izolovaných výrobních provozech ochranu nevodivým okolím uplatnit, se doporučuje namísto spotřebičů třídy ochrany 0 používat spotřebiče třídy ochrany II.

Základní izolace je pro zajištění ochrany před úrazem elektrickým proudem u spotřebiče nedostatečná. Proto je třeba uplatnit další opatření, kvalitnější a spolehlivější, než je ochrana nevodivým okolím. Tato opatření jsou zajišťována u dále uvedených tříd ochrany. [4]

4.3 Spotřebiče třídy ochrany I

Tato třída zahrnuje takové spotřebiče, u nichž ochranu před úrazem elektrickým proudem zajišťuje kromě základního opatření, kterým je základní izolace, ještě další bezpečnostní opatření. Tím se rozumí spojení neživých částí s ochranným vodičem sítě. Toto spojení za předpokladu správně provedeného elektrického rozvodu zajišťuje, že v případě poruchy (průrazu mezi živou a neživou částí), dojde buď k odpojení od zdroje, nebo napětí na neživé části zůstane pod přípustnou mezí.

Na tomto místě je vhodné zmínit se o spotřebiči třídy ochrany 0I. Je to spotřebič, který má všude alespoň základní izolaci a je opatřen ochrannou svorkou. Jeho napájecí přívod je však bez ochranného vodiče a vidlice je bez ochranného kontaktu. Takovéto spotřebiče mohou být užívány jak v prostorech s nevodivým okolím jako spotřebiče třídy ochrany 0, tak v běžných prostorech, a to zejména v sítích TT a IT jako spotřebiče třídy ochrany I. Přitom se neživé části připojují k uzemnění samostatným ochranným vodičem. Rovněž tyto spotřebiče se u nás používají pouze výjimečně.

Napájecí přívod spotřebičů třídy ochrany I je vybaven ochranným vodičem. Ten se pozná podle toho, že jeho izolace je v barevné kombinaci zelená/žlutá. Vidlice přívodu těchto spotřebičů je vždy s ochranným kontaktem. Ten se při připojování spotřebiče spojuje s ochranným kontaktem zásuvky vždy dříve a při odpojování spotřebiče se odpojuje vždy později než ostatní pracovní kontakty. [4]

4.4 Spotřebiče třídy ochrany II

Do této třídy řadíme takové spotřebiče, u nichž ochranu před úrazem elektrickým proudem kromě základního opatření, kterým je základní izolace, zajišťuje ještě další bezpečnostní opatření – přídatná izolace. V některých případech nejsou ve spotřebiči třídy ochrany II izolace základní a přídatná rozlišeny a veškerou ochranu zajišťuje jediná, tj. zesílená izolace. Ta je z hlediska ochrany rovnocenná s izolacemi základní a přídatnou dohromady.

Například pro izolaci základní je předepsáno zkušební napětí 1 250 V, pro izolaci přídatnou napětí 2 500 V, pro izolaci zesílenou pak součet těchto napětí a to 3 750 V.

U spotřebičů třídy ochrany II neexistuje ochranné spojení neživé části s ochranným vodičem. Z principu na spotřebičích třídy ochrany II neexistuje ani neživá část. Ta je totiž definována jako vodivá část elektrického zařízení, které se lze dotknout a která se může stát živou v případě poruchy. Spotřebiče třídy ochrany II, vzhledem k tomu, že v zásadě na nich nemůže dojít k průrazu základní i přídatné izolace, a tedy se ani vodivá část na povrchu spotřebiče třídy ochrany II nemůže stát živou, tedy podle definice nemohou mít neživé části. Spotřebiče třídy ochrany II jsou nejrozšířenější. Je to proto, že bezpečnost při jejich užívání není nijak ovlivněna stavem napájecí sítě. To je důležité z toho důvodu, že spotřebiče pro domácnost a podobné použití jsou určeny pro laiky, u nichž je možno předpokládat nejen neodborné ale i neopatrné zacházení. Proto je bezpečnost zajišťována samotnou konstrukcí spotřebiče. Spotřebičů třídy ochrany II existuje celá řada různých typů. Jsou to:

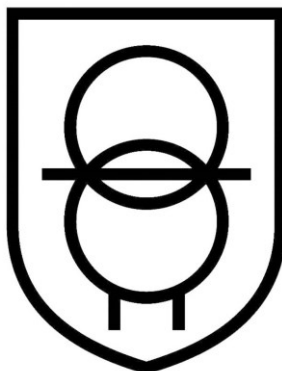
- spotřebiče, jejichž celý kryt je z izolantu – jsou to spotřebiče třídy ochrany II s izolačním krytem
- spotřebiče se souvislým kovovým krytem, který je od živých částí všude oddělen dvojitou nebo zesílenou izolací – jsou to spotřebiče třídy ochrany II s kovovým krytem
- spotřebiče, které jsou kombinací obou předchozích typů.

Přestože spotřebič třídy ochrany II nemá ochranné spojení, může jím ochranný vodič z různých důvodů procházet, např. pro zajištění ochrany jiného navazujícího elektrického předmětu nebo zařízení. Ochranný vodič procházející spotřebičem třídy ochrany II pak musí mít vůči živým částem izolaci vyhovující požadavkům na třídu ochrany II. [4]

4.5 Spotřebiče třídy ochrany III




Jedná se o spotřebiče, v nichž je ochrana před úrazem elektrickým proudem zajišťována bezpečným malým napětím (nevznikají v nich jiná vyšší napětí, pouze malá a bezpečná). Za bezpečné malé napětí se považuje jmenovité napětí do 42 V mezi vodiči, mezi vodiči a zemí, nebo u třífázového proudu do 24 V mezi vodiči a nulovým vodičem. Napětí naprázdno přitom nesmí být větší než 50 V nebo 29 V. Tyto spotřebiče mohou být napájeny pouze z bezpečnostního ochranného transformátoru, a to z transformátoru provedeného podle normy, jejímž základem je norma IEC 61558, označeného

Obr. 4, jehož výstupní napětí je bezpečné malé napětí. To je na transformátoru vedle vstupního napětí také udávané. [4]



Obr. 4 – značka bezpečnostního transformátoru

Tab. 3 – Charakteristiky jednotlivých tříd ochrany a opatření k zajištění bezpečnosti

	Třídy ochrany			
	0	I	II	III
Základní charakteristiky spotřebičů	Nemá svorky pro připojení ochranného vodiče	Je opatřeno svorkami pro připojení ochranného vodiče	Má přídatnou nebo zesílenou izolaci Není opatřeno svorkami pro připojení ochranného vodiče	Je konstruováno pro napájení ze zdroje SELV
Opatření k zajištění bezpečnosti	Nevodivé okolí	Spojení s ochranným vodičem	Nejsou potřeba	Připojení ke zdroji SELV
Grafická značka	Není			
Použití v instalacích	V ČR není povolena	Pouze s ochranným vodičem	Všeobecné použití	V obvodech SELV

4.6 Zápis naměřených hodnot do programu ILLKO studio

Program ILLKO Studio je určen pro provádění revizí elektrických spotřebičů a umožňuje přenášet naměřené hodnoty z vybraných měřících přístrojů pro elektro revize společnosti ILLKO, s.r.o. Při provádění revizí během mé praxe jsem používal přístroj REVEX profí II. Firma Hepel servis s.r.o. používala při každé nové revizi spotřebičů vlastní samolepící štítky s čárovým kódem a ID číslem. Na každý nový spotřebič, který podléhal revizi jsem nalepil štítek viz obr. 5. Následně jsem pořídil fotografii daného výrobního štítku a změřil požadované parametry. Tyto úkony vedou k ulehčení práce, jelikož tyto zjištěné a zaznamenané parametry již nebude nutné při další naplánované revizi znovu provádět. Revizní přístroj REVEX profí II umožňuje načíst čárový kód pomocí čtečky kódů a při ukončení měření všech spotřebičů převede data do ILLKO Studio, kde se hodnoty uloží a není nutný další ruční zápis. V záznamu měření jsou uloženy naměřené hodnoty při provádění revize, které jsou ještě k tomu doplněny záznamy o revizním technikovi, který revizi provedl a měřícím přístroji, kterým byla revize provedena.



Obr. 5 – Štítek ID + výrobní štítek spotřebiče

Pokud se jedná o nový přístroj a revize je prováděna poprvé tak podle obr. 5 přepíšu parametry (zvýrazněné hodnoty) do programu ILLKO Studio Obr. 6.

Spotřebič Uložit změny (F12)

ID: 1275 Poznámka:

Název: Zdroj Brother

Sériové číslo: S01776A

Inventární číslo: -

Kategorie: ČSN 33 1600 ed.2 - Spotřebiče

Druh spotřebiče: Nepřipevněný

Způsob připojení: Vidlicí 230V

Třída: II

Skupina: E

Poslední revize: 01.01.1970

Příští revize: 01.01.1972

Třídící klíč:

Měření postup

Načíst ze seznamu

Zrušit měření postup

Délka kabelu: 2.0 [m]

Interval revizí: 24 [měsíc]

☒ Automatické určení termínu příští revize

☐ Vyřazeno z evidence

Uživatelské položky:

Název 1:	Typ / Model	Hodnota 1:	PA-AD-001A
Název 2:	Napětí	Hodnota 2:	100 - 240 V
Název 3:	Proud	Hodnota 3:	1.5 A
Název 4:	Výkon / Frekvence	Hodnota 4:	90 W / 50-60 Hz
Název 5:	Výrobce	Hodnota 5:	Brother

Obr. 6 – Okno programu ILLKO Studio parametry spotřebiče

Do programu ILLKO Studio zapisujeme parametry spotřebiče podle jednotlivých kolonek. ID spotřebiče máme na štítku s čárovým kódem, dále název spotřebiče, sériové číslo, inventární číslo. Kategorii určíme podle toho, kde spotřebič zapadá, a to z možnosti:

- ČSN 33 1600 ed.2 – Spotřebiče
- ČSN EN 60974-4 ed.3 – Svářečky
- ČSN EN 60204-1 ed.2 – Elektrické zařízení strojů
- ČSN EN 62353 ed.2 – Zdravotnické elektrické přístroje
- ČSN EN 60601-1 ed.2 – Zdravotnické elektrické přístroje

Druh spotřebiče:

- Držený v ruce
- Nepřípevněný
- Přípevněný

Způsob připojení:

- Vidlicí 230 V
- Vidlicí 400 V
- Trvale 230 V
- Trvale 400 V

Třídu (ochrany spotřebiče) určíme podle Tab. 3. Skupinu spotřebiče určíme podle Tab. 4. Podle skupiny, kde byl přístroj zařazen, se určí délka revize viz Tab. 5. [6]

Tab. 4 – Rozdělení spotřebičů podle užívání

Skupina	Způsob využívání spotřebiče
A	Poskytované formou pronájmu dalšímu provozovateli nebo přímému uživateli.
B	Používané ve venkovním prostoru (na stavbách, při zemědělských pracích, . . .).
C	Používané při průmyslové a řemeslné činnosti ve vnitřních prostorách.
D	Používané ve veřejné přístupných prostorách (školy, hotely, . . .). <i>Možnost použití spotřebiče kterýmkoliv návštěvníkem místa umístění spotřebiče.</i>
E	Používané při administrativní činnosti. <i>Spotřebič mohou použít pouze zaměstnanci využívající místo umístění k pracovní činnosti.</i>

Tab. 5 – Lhůty pravidelných revizí nepřípevněných spotřebičů

Skupina	Třída ochrany	Nepřípevněné spotřebiče držené v ruce a prodlužovací přívody	Ostatní nepřípevněné spotřebiče
A		Před vydáním provozovateli (uživateli) a dále podle skupiny jejich využívání	
B	I	1x za 3 měsíce	1x za 6 měsíců
	II a III	1x za 6 měsíců	
C	I	1x za 6 měsíců	1x za 24 měsíců
	II a III	1x za 12 měsíců	
D	I	1x za 12 měsíců	1x za 24 měsíců
	II a III		
E	I	1x za 12 měsíců	1x za 24 měsíců
	II a III		

The screenshot shows the 'Měření' (Measurement) window of the ILLKO Studio software. It contains several sections for data entry and results display.

- Měření (Measurement):** Includes fields for 'Datum měření' (20.06.2018), 'Celkové hodnocení' (Vyhovuje), 'Prohlídka' (Vyhovuje), 'Zkouška chodu' (Vyhovuje), 'Měření' (Vyhovuje), and 'Změnit stav u všech'.
- Technik (Technician):** Includes fields for 'Vybrat ze seznamu', 'Jméno', 'Příjmení', 'Licenční číslo', 'Telefon', and 'Email'.
- Měřicí přístroj (Measuring device):** Includes fields for 'Vybrat ze seznamu', 'Název' (REVEX profi II), 'Sériové číslo', 'Číslo kalibrace', and 'Platnost'.
- Další měřicí přístroje/přípravky (Other measuring devices/preparations):** Includes a 'Vybrat ze seznamu' dropdown.
- Zjištěná závada/poznámka (Detected fault/remark):** A text area for notes.
- Standardní veličiny (Standard quantities):** A table of measured values:

Symbol	Value	Unit
Rpe/10A		Ω
ΔU10A		V
Riso-M-PE	>100	MΩ
Riso-AP-PE		MΩ
Riso-M-AP		MΩ
Riso-M-W		MΩ
Riso-W-PE		MΩ
IaltEq	0,004	mA
IaltEqPE		mA
IaltPat		mA
IdirEq		mA
IdirEqPE		mA
IdirExt		mA
IdirTouch	0,091	mA
IdirPat		mA
IdirPatB		mA
IdirW		mA
IdifEq		mA
IdifEqPE		mA
IdifExt		mA
IdifTouch		mA
IEq/IEqExt		A
Uline		V
P/PEExt		W
S/SEExt		VA
U (voltmetr)		V
Uo-Vrms		V
Uo-Vpp		V
- Legend:**
 - ALT: alternativní/substituční/náhr. metoda
 - DIF: diferenční/rozdílová metoda
 - DIR: přímá metoda
 - DC: stejnosměrná složka
 - Eq: spotřebič
 - Ext: extemí
 - Touch: dotykový
 - Pat: pacientský
 - B: vnitřní zdroj (battery)
 - W: svařovací okruh (welding)
 - M: síťová část (mains part)
 - PE: přístupná část (protective earth)
 - AP: příloha část (applied part)
 - N/PE: porucha vodiče N / PE (Open N / Open PE)
 - MAP: napětí na příloha části (mains on applied parts)
 - L-N reverzní

Obr. 7 – Okno programu ILLKO Studio naměřené hodnoty

Jak je možno vidět na Obr. 7, spotřebič vyhovuje měření, zkoušce chodu, prohlídce a tím vyhovuje celkovému hodnocení. U spotřebiče třídy II se měří jiné parametry než u spotřebiče třídy I.

U spotřebiče třídy ochrany I se měří odpor PE obvodu, izolační odpor mezi síťovou a přístupnou částí (500 V), dotykový proud (přímá metoda), dotykový proud (reverzní metoda), unikající proud přístrojem (rozdílová metoda) a unikající proud přístrojem (reverzní metoda). Pro případ, kdy nelze provést měření izolačního odporu se měří pouze odpor ochranného vodiče a proud protékající ochranným vodičem.

U spotřebiče třídy II se měří izolační odpor mezi síťovou a přístupnou částí (500 V), unikající proud přístrojem (náhradní metoda), dotykový proud (přímá metoda), dotykový proud (reverzní metoda).

U spotřebiče třídy III se provádí pouze měření izolačního odporu.

Unikající proud je obecně proud, který při normálním provozu prochází ze spotřebiče, zařízení, obvodu nebo instalace do země nebo do cizích vodivých částí. Tento proud může mít kapacitní složku vznikající při použití kondenzátorů. Unikající proud může být odváděn buď ochranným vodičem – je to tedy proud ochranným vodičem – nebo také lidským tělem – poté se tedy jedná o dotykový proud.

Proud ochranným vodičem je unikající proud, který prochází ochranným vodičem spotřebiče třídy ochrany I. Přitom se předpokládá, že neživé části spotřebiče jsou od země izolovány.

Dotykový proud je unikající proud protékající z elektrických spotřebičů třídy ochrany II a těch vodivých částí spotřebičů třídy ochrany I, které nejsou spojeny s ochranným vodičem a tělem (rukou nebo nohama).

Rozdílový – reziduální proud je vektorový součet všech proudů protékajících všemi živými vodiči do spotřebiče. V případě jednofázového spotřebiče se jedná o rozdíl proudu přitékajícího do spotřebiče fázovým vodičem a odtékajícího z něho nulovým vodičem. [1] [4]

5 Ochrana před bleskem

Zařízení pro ochranu před bleskem by mělo v maximální možné míře zmírnit účinky bleskového proudu, zajistit jeho svedení do země a zabránit škodám způsobeným jeho účinky.

Předpokladem pro vznik blesku je koncentrace elektrických nábojů uvnitř bouřkového mraku. Bouřky způsobuje teplý vlhký vzduch, který rychle stoupá a s rostoucí výškou se ochlazuje. Kondenzací vodní páry se vytváří velké bouřkové mraky. Oblast mraků s několika vrstvami s různými náboji uspořádanými nad sebou je označována jako bouřkové jádro nebo bouřková buňka. V bouřkové buňce vznikají silná elektrická pole mezi vrstvami s různými potenciály.

K bleskovému výboji dojde, je-li překročena elektrická průrazná pevnost vzduchové vrstvy mezi místy s různými potenciály. Blesk je označován anglicky LEMP, což je zkratka anglického označení Lightning Electromagnetic Pulse = bleskový elektromagnetický impuls.

Blesk má tepelné, dynamické, elektromagnetické a akustické účinky. Proud blesku při hlavním výboji je mezi 10 kA a 100 kA. Za hlavním výbojem mohou následovat v krátkých intervalech další výboje do 100 A. Elektrický náboj přenesený při blesku může dosáhnout 10 až 400 coulombů.

Úder blesku do uzemňovací soustavy zvedne potenciál kovových částí této soustavy oproti zemi, např. bleskový proud 80 kA způsobí na bleskovém zemniči se zemnicím odporem 5 Ω úbytek 400 kV. Napětí takové výše vede k průrazu izolace vedení.

Předpisy pro ochranu před bleskem stanovují příslušné soubory ČSN, platné v době zhotovení hromosvodní soustavy. Např: ČSN 34 1390 pro starší hromosvody, nebo současná ČSN 62305 ed.2. Ochrana před bleskem se dělí na ochranu vnější a ochranu vnitřní.

Vnější ochrana před bleskem má zabránit škodám, které může způsobit požár nebo mechanické poškození objektu po úderu bleskem a svést rovnoměrně bleskový proud do země. Ochrana je zajišťována hromosvody jímací soustavou. Každý hromosvod má tyto 3 části:

- Jímací zařízení
- Svod
- Zemnič

Jímače se dělí na strojené (plné ocelové jímací tyče) a pomocné (rovný pozinkovaný drát). Hromosvody do výšky 20 metrů chrání okruh vymezený kuzelem, který má vrchol na horním konci jímací tyče, sklon pláště 45° a vrcholový úhel 90°. Výška hromosvodu musí být taková, aby byly všechny části objektu spolehlivě chráněny.

Vnitřní ochrana před bleskem má omezit elektromagnetické a elektrické účinky bleskového proudu na chráněná zařízení.

Provádí se použitím přepěťových ochran, pospojováním konstrukčních kovových částí k dosažení vyrovnání potenciálů.

Uzemnění je třeba provést tak, aby mělo co nejmenší zemnicí odpor, aby nekorodovalo a mělo bezpečný kontakt se zemí. Uzemnění musí být dobré, aniž by muselo využívat připojení na kovová vedení, např. vodovodní. Bývá často prováděno páskovými zemniči propojenými např. do smyčky. [1]

6 Revize hromosvodů, uzemnění

Hlavním úkolem revize hromosvodu je zjistit jeho stav. Odhalit případné závady a nedostatky, které brání správné funkci soustavy ke svedení bleskového proudu. Tímto můžeme minimalizovat podmínky pro vznik požáru a jiného poškození v důsledku působení bleskového proudu a ochránit osoby, zvířata a majetek uvnitř staveb a v jejich blízkosti. Maximální intervaly pro systémy ochrany před bleskem a přepětím jsou dány dle souboru ČSN 62305-3 – jedná se o nové instalace, o instalace zhotovené v době platnosti této normy. U hladiny ochrany I a II je to 2 roky na úplnou revizi a u hladiny III a IV je to na 4 roky. Systém ochrany před bleskem pro prostředí s nebezpečím výbuchu by měl být vizuálně kontrolován každých 6 měsíců. Elektrická měření instalace by měla být provedena 1krát za rok. [7] [8]

Hromosvod se zřizuje na objektech, kde by mohl výboj blesku:

- Ohrozit životy a zdraví lidí (rodinné domy, nemocnice, hotely, školy, nádraží...)
- Způsobit poruchu na zařízení (elektrárny, vodárny, plynárny, trafostanice...)
- Způsobit škody hospodářské, kulturní (haly, sklady, stáje, stodoly, sýpky...)
- Ohrozit důležité objekty (muzea, galerie, výstavní sítě...)

Smyslem celého systému měření uzemnění je sjednotit potenciál vodivých částí zařízení i elektrických obvodů v dosahu jeho působnosti a uvést jej na společnou hodnotu. Odpor uzemnění musí být proto co nejmenší.

Stanovení odporu zemnění lze přitom provádět různými měřicími postupy, využívající měření napětí a proudu. Z nich se následně odvodí výsledná hodnota odporu. V průběhu těchto měření je třeba odpojit od uzemňovací soustavy vodič PE nebo PEN.

K měření se používají zpravidla přístroje se zdrojem konstantního střídavého proudu, jehož svorky se většinou zapojují mezi pomocný a měřený zemnič. Pomocí napěťové sondy, umístěné v oblasti měřeného zemniče, se zjišťují potenciálové rozdíly. Hodnota odporu uzemnění se stanoví z velikosti proudu dodávaného zdrojem konstantního proudu a rozdílů napětí vzniklých jeho průchodem.

Pro stanovení odporu uzemnění neznámého zemniče lze použít některou z dále uvedených měřících metod. V jejich popisu i souvisejících obrázcích jsou použity následující zkratky, odpovídající obvyklému značení svorek příslušných měřících přístrojů. [5] [7] [8]

E – měřený zemnič

ES – vodič zemnicí sondy

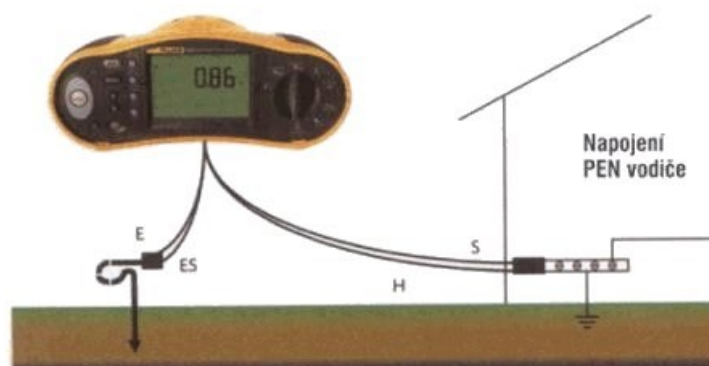
S – sonda

H – pomocný zemnič (sonda)

6.1 Měření vůči známému zemniči

Dvouvodičová metoda využívá dvou zemničů Obr. 8. Měří se odpor mezi zkoušeným zemničem a zemničem, jehož odpor známe. K připojení měřícího přístroje lze v tomto případě využít u sítě TN např. také PEN vodič. Odpor měřeného zemniče získáme tím, že od výsledného celkového odporu měření odečteme odpor nám známého zemniče. Tento způsob měření je velmi vhodný pro oblasti s

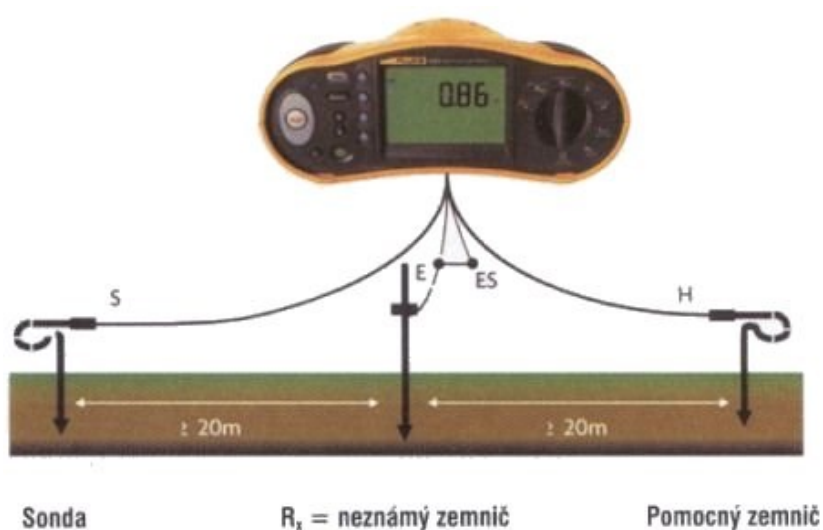
hustou zástavbou, ale stejně tak jej lze použít pro všechny malé ohraničené oblasti, v nichž nelze umístit společně sondu a pomocný zemnič. [7]



Obr. 8 – Dvou vodičová metoda

6.2 Měření pomocí sondy

Třívodičová metoda podle Obr. 9 využívá dvě zemničí tyče, umístěné pro omezení nežádoucích přímých vazeb ve vzdálenosti alespoň 20 m. Jedna představuje pomocný zemnič (H), druhá měřicí sondu (S). Zkušební proud prochází mezi pomocným a měřeným zemničem. Měřen je rozdíl napětí mezi měřeným zemničem a sondou. Výsledná hodnota odporu podle této metody však zahrnuje také odpor měřicího vedení mezi přístrojem a měřeným zemničem. Při větších hodnotách odporu uzemnění lze zpravidla chybu způsobenou reálným odporem měřicího vedení zanedbat. U malých hodnot odporu je však nutno provést korekci výsledku o hodnotu odporu měřicího vedení. Tímto způsobem lze měřit např. odpory základových zemničů, uzemnění na stavbách a všech zemničů používaných v ochraně před bleskem.



Obr. 9 - Třívodičová metoda určení odporu zemniče

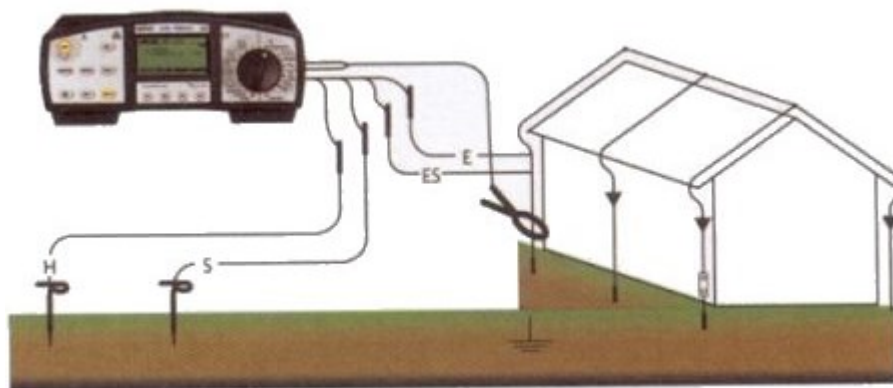
Čtyřvodičová metoda je obdobou předešlého postupu a lze ji s výhodou použít v případech, kdy je odpor uzemnění velmi malý. Díky oddělenému vedení přívodu měřicího proudu (E) a snímacího vedení ES je v tomto případě eliminována chyba měření, vznikající v předchozím případě nezanedbatelným odporem měřicího vedení mezi měřicím přístrojem a měřeným zemničem. Obě vedení jsou totiž propojena až na měřeném zemniči.[7]

6.3 Měření jednou klešťovou proudovou sondou

V uzemňovacích soustavách s několika paralelně zapojenými zemniči se zjistí měřením odporu uzemnění jen celkový odpor uzemňovací soustavy. Pro určení odporu jednotlivých zemničů (např. ke zjištění působení koroze) je nutno každý zemnič nejprve odpojit a teprve následně změřit. Tento postup je však pro praktické použití velmi pracný. Díky značným vyrovnávacím proudům může být dokonce nebezpečný pro obsluhu, neboť nelze vyloučit možnost vzniku velkých krokových napětí.

Při měření jednou klešťovou proudovou sondou je potřeba dvou zemnicích tyčí. Jedna jako pomocný zemnič (H), druhá jako sonda (S). Měřicí proud prochází mezi pomocným a měřeným zemničem (E). Měří se napěťový spád mezi zemničem a sondou.

Proudová sonda (kleště) instalovaná podle Obr. 10 registruje vždy jen určitou část celkového měřicího proudu, která skutečně protéká měřeným zemničem. Části měřicího proudu protékající dalšími paralelně propojenými zemniči tak neovlivňují výsledek měření. Takto lze postupně změřit jednotlivé zemniče uzemňovacího zařízení bez nutnosti jejich odpojování např. od zařízení vnější ochrany před bleskem (hromosvodu). Popsané měření lze považovat jako alternativu pro hustě zastavěné oblasti, kde nebývá dostatečný prostor k umístění všech sond a pomocných zemničů z dříve popsaných měřících postupů.[7]



Obr. 10 - Selektivní měření odporu zemniče proudovou sondou

6.4 Měření dvěma klešťovými sondami

Obr. 11. V případě uzemňovacích systémů s více vzájemně propojenými zemniči tvořícími uzavřenou smyčku (např. u hromosvodu jednoho domu) lze měřit odpor jednotlivých zemních smyček rychle a spolehlivě pomocí dvou proudových sond (kleští). První sonda indukuje měřicí proud do zemnicí smyčky a druhá měří, kvůli vyloučení přímých vazeb ve vzdálenosti alespoň 0,25 m, proud protékající zemničem. Takto zjištěný proud pak představuje základní parametr pro výpočet odporu

zemnicí smyčky příslušného zemniče. Základní předností tohoto měření je, že nevyžaduje zatloukání žádných sond (S) ani pomocných zemničů (H).

V praxi se měření odporu uzemňovacího systému mnohdy značně podceňuje. Připojení PEN vodiče k uzemňovací soustavě vykazuje velmi malý odpor, takže při vzniku poruchy nebo chyby zajistí celkem spolehlivě funkci ochrany odpojením od zdroje. Nikdy ovšem nelze zcela vyloučit možnost poškození silového přívodu a tím ani přerušení vodiče PEN. Pak má dostatečně kvalitní ochrana uzemněním svou nezastupitelnou funkci. Tu plní i v případě zřízení vnější ochrany před bleskem, tedy hromosvodu. [7]



Obr. 11 – Měření pomocí dvou klešťových sond

7 Nejčastější závady z revizí

7.1 Mechanické poškození kabelů

Při revizích ve větších firmách a halách se nejčastěji setkáváme s mechanickým poškozením kabelů, ať se jedná o prodlužovací šňůry nebo šňůry spotřebičů. Mezi nejčastější závady patří jakékoliv pořezání kabelu nebo zlomená koncovka. Závadu prořezání kabelu lze řešit elektrikářskou vulkanickou páskou, jelikož není poškozená vnitřní izolace vodiče Obr. 12. Avšak jsou i případy, kdy pořezání je tak velké, že se prořeže i vnitřní izolace vodičů Obr. 13. V takovém případě se jedná o situaci, při níž je život ohrožen úrazem elektrickým proudem. V tomto případě nelze postupovat jinak než takový kabel vyměnit a pokud vyměnit nelze tak vyřadit z používání a následně zlikvidovat.



Obr. 12 – Poškození pořezáním izolace



Obr. 13 - Poškození pořezáním do živé části

7.2 Přetěžování kabelů

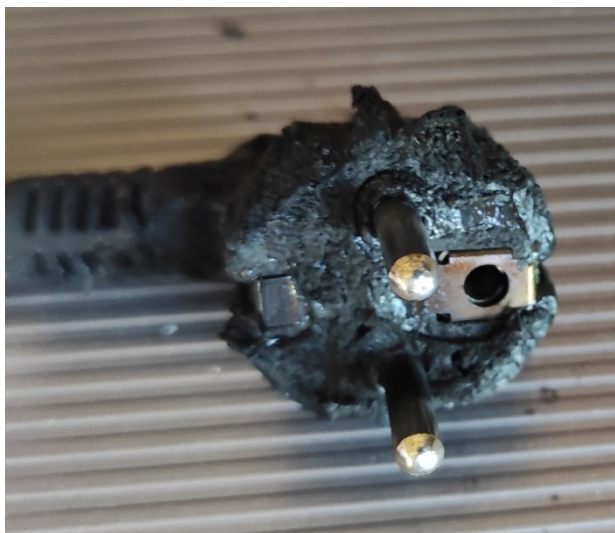
Tomuto poškození většina lidí nevěnuje dostatečnou pozornost. Tyto případy jsou o to nebezpečnější, protože mohou založit požár, ba dokonce smrtelně ohrozit životy. Například prodlužovací šňůra o délce 2 metrů se čtyřmi zásuvkami – u těchto prodlužovacích přívodů se průřez kabelů dává $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$ a zastrčí se do ní dvě rychlovarné konvice o příkonu 2200 W, celkem se tedy jedná o 4400 W. Podle vzorce $I = P/U$, kde P je celkový příkon a U napětí sítě, si vypočítáme proud procházející kabelem. Vyjde nám něco kolem 19 A, a přitom proudová zatížitelnost prodlužovacího přívodu je jen 15 A. Tím pádem se nám začne kabel nadmíru zahřívat, dochází k tavení, jak vnitřní, tak vrchní izolace a nastává zkrat. Tento zkrat může zapříčinit vznik požáru.



Obr. 14 – Poškození kabelu vlivem přetěžování

7.3 Poškození kabelů vlivem tepla

Typické poškození koncovky teplem Obr. 15. K této situaci může dojít přetěžováním přívodního kabelu. Tato situace často nastává z důvodu výroby nekvalitních kabelů, kterými je dnešní trh bohužel nadmíru zaplaven. Na takových kabelech jsou kontakty velmi nekvalitní, vlivem přechodového odporu dojde k značnému ohřevu a tavení plastů (někdy i vzplanutí). Toto je velmi hrubá bezpečnostní vada, nekvalitní šňůry nezaručují spojení ochranného vodiče, dochází k poškození koncovky v přístroji a může dojít k požáru.



Obr. 15 – Koncovka poškozená teplem

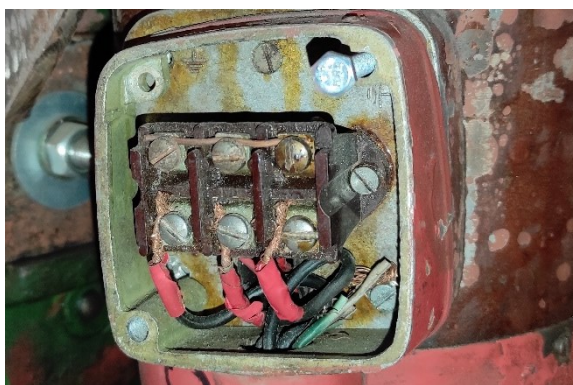
7.4 Ochranné pospojování

Pospojování, nazývané v dané souvislosti ochranným pospojováním, samo o sobě patří mezi nejvíce uplatňované prostředky ochrany před úrazem elektrickým proudem. Využívá se obvykle v kombinaci s prvky vybavujícími automatické odpojení od zdroje (pojistkami, jističi, chrániči atd.) v případě poruchy. Spolu s těmito prvky také zajišťuje splnění podmínek pro automatické odpojení od zdroje, což je technický termín pro kompletní opatření pro ochranu před úrazem elektrickým proudem

uplatňovanou v elektrických instalacích budov a jiných objektů. Pospojování se řídí podle souborů ČSN 33 2000-4-41. Většinou jde o banální záležitosti jako třeba, pokud je vodič ochranného pospojování veden v trubce, ať plastové nebo kovové po zemi a není pevně přichycen, hrozí při chození nebo jakékoliv jiné kolem této trubky její ukopnutí a následné vytržení vodiče ochranného pospojování. Existují také případy, kdy se tento vodič zapomene natáhnout např. ke stroji, který byl přestěhován anebo toto ochranné pospojování úplně chybí, nejčastěji v koupelnách nebo u plynových potrubí a kotlů.

7.5 Chybějící kryty

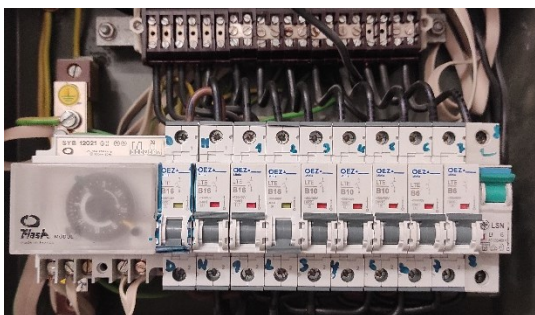
Tyto závady se dají považovat za nebezpečné. Pokud třeba chybí kryt na svorkovnici motoru je zde velké riziko dotyku živých částí a následný úraz elektrickým proudem. Z důvodů chybějících krytů může také docházet k nadměrnému znečištění zařízení a vést ke zvyšování rizika ohrožení. Také se často stává, že u rozvodných skříní nejsou využity všechny kabelové vývody, a proto by nepoužité kabelové vývody měly být zaslepeny, aby nedošlo k neúmyslnému dotyku neživých částí předmětem strčeným přes nezaslepený kabelový vývod.



Obr. 16 – Svorkovnice motoru bez krytu

7.6 Chybějící označení

Mezi nejčastější závady patří např. popis hlavního vypínače. Je velmi důležité, třeba u velkých strojů, které jsou k nám dováženy, aby toto označení nechybělo, bylo na viditelném místě a správně popsáno. Mezi další závady patří chybějící označení rozvaděčů, jističů a napájecích soustav. Taky se musí označovat místo ochranného pospojování např. nálepkou nebo rozlišením příslušnými barvami.

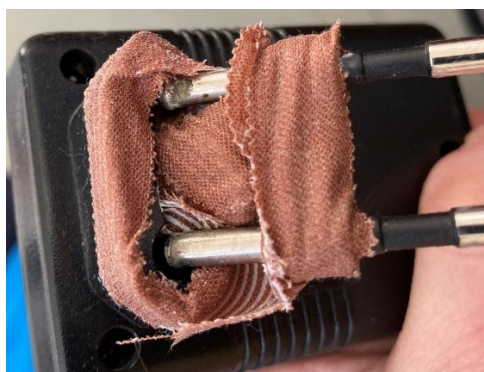


Obr.17 – Rozvaděč bez popisků jističů a bez ochranného krytu

7.7 Upevnění

Pro uchycení síťových přívodních kabelů platí důležitá pravidla, která musí každý bezpečný přístroj splňovat. Přívodní šňůra musí být upevněna tak, aby nemohlo dojít k jejímu vytržení či zkroucení v přístroji nebo proříznutí o ostrou hranu. V případě vytržení u spotřebičů třídy I s třívodičovým přívodem by mělo dojít k přerušení nejprve pracovních vodičů a teprve poté ochranného vodiče PE. Upevnění šňůry musí vyhovovat svou pevností i po některých zkouškách, simulujících závalu tepelným poškozením přístroje. Šňůra musí mít odpovídající izolaci jak z hlediska kategorie, tak z hlediska teplotní odolnosti. Nejčastější chyby z hlediska této normy jsou pochopitelně u historických přístrojů, dále u nekvalitní elektroniky většinou asijského původu, u amatérsky konstruovaných přístrojů a po amatérských opravách Obr. 18.

- odpojení ochranného vodiče, častý následek kutilství
- poškozená izolace šňůry
- nevyhovující izolace šňůry (u starých přístrojů často pouze jednoduchá)
- šňůra nevyhovuje z hlediska průřezu (typické u neznámkové elektroniky)
- upevňovací mechanismus poškozuje šňůru, nebo je poškozována o nějakou ostrou hranu (chybějící vývody nebo průchodky)



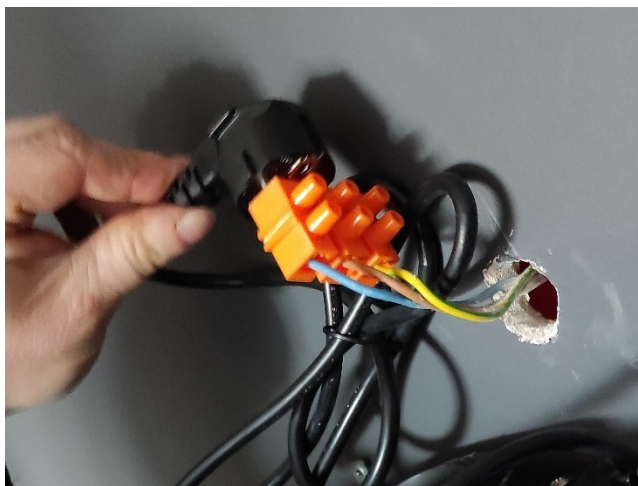
Obr. 18 – Koncovka zdroje (domácí oprava)

8 Kuriózní případy



Obr. 19 – Patice světla

Jak můžete vidět na Obr. 19 je připojena patice světla pouze pověšením za živé vodiče. Toto zapojení je naprosto nevyhovující a životu nebezpečné.



Obr. 20 – Připojení digestoře v kuchyni

Při revizi nově zrekonstruovaného bytu jsme našli toto zapojení. Koncovka digestoře zapojená v lámací svorkovnici. Zapojení je naprosto nevyhovující a životu nebezpečné. Digestoř je celokovový spotřebič a spadá do třídy ochrany I, proto musí mít ochranný vodič připojený a v tomto případě tomu tak však není.

9 Závěr

9.1 Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe

Během odborné praxe jsem uplatnil znalosti z mnoha předmětů, které jsem absolvoval na střední i vysoké škole. Z největší části jsem uplatnil znalosti z předmětu Elektrické stroje a Diagnostika na elektrických zařízeních, které mi pomohly pochopit problematiku měření během odborné praxe. Také jsem využil znalosti z předmětu Elektrických strojů, a díky předmětu Poruchy a chránění elektrických sítí jsem byl při výpočtech „v obraze“.

9.2 Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe

V průběhu odborné praxe jsem se dostal do situací, při kterých mi nestačily mé dosavadní znalosti. Chybějící znalosti jsem řešil s mým konzultantem, který mi vše potřebné dobře vysvětlil, nebo jsem si informace hledal na internetu či v odborných knihách. Největší nedostatek jsem pociťoval během pracovního postupu, kdy jsem často nevěděl od čeho začít a jak pokračovat dále. Dle mého názoru se praktické znalosti dají načerpat pouze vykonáváním potřebných pracovních postupů v praxi.

9.3 Shrnutí

V průběhu mé vykonané bakalářské praxe jsem měl možnost poznat pracovní postupy revizního technika – jednotlivé měření a opravy. Tato praxe mi ukázala, co tato pozice obnáší. Praxe mi také dala spoustu praktických i odborných rad, které určitě v další práci využiji. U revizí byla velká výhoda, že jsem se mohl dostat tam, kde se normální člověk nedostane – ať už se jednalo o malou firmu nebo rozsáhlou základní školu. Téměř vždy se u revizí najde chyba nebo problém, který se musí odhalit, pochopit a následně vyřešit. Pestrost a celá řada nejrůznějších případů a kuriozit dělá tuto práci více zajímavou.

Literatura

- [1] TKOTZ, Klaus, Peter BASTIAN, Horst BUMILLER, et al. *Příručka pro elektrotechnika*. 2. doplněné vydání, dotisk. Haan-Gruiten: Verlag Europa-Lehrmittel, 2017. ISBN 978-3-8085-3034-4.
- [2] DVOŘÁČEK, Karel. *Rekonstrukce a opravy elektrických rozvodů v panelových domech*. 3., aktualiz. vyd. Praha: IN-EL, 2014. Elektro (IN-EL). ISBN 978-80-87942-04-8.
- [3] ŠTĚPÁN, František. *Proudové chrániče*. Třetí – aktualizované vydání. Pardubice: IN-EL, 2015. Elektro (IN-EL). ISBN 978-80-87942-10-9.
- [4] KŘÍŽ, Michal. *Montáž, připojování, kontroly a revize elektrických spotřebičů*. Třetí – aktualizované vydání. Praha: IN-EL, 2012. Elektro (IN-EL). ISBN 978-80-86230-56-6.
- [5] Jak postupovat při revizi hromosvodů podle ČSN EN 62305-1 až -4 - Časopis Elektro – Odborné časopisy. *Odborné časopisy* [online]. Copyright © 2014 [cit. 24.04.2021]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/casopis/tema/jak-postupovat-pri-revizi-hromosvodu-podle-csn-en-62305-1-az-4--10914>
- [6] ILLKO, s.r.o. [online]. Copyright © [cit. 24.04.2021]. Dostupné z: https://www.illko.cz/images/dokumenty/mereni_proudovych_chranicu.pdf
- [7] Měření uzemnění – Revize elektrických zařízení – Aleš Tománek. *Úvodní stránka – Revize elektrických zařízení – Aleš Tománek* [online]. Dostupné z: <http://www.a-t.cz/novinky/mereni-uzemneni.html>
- [8] Revize hromosvodů – Revize elektrických zařízení – Aleš Tománek. *Úvodní stránka – Revize elektrických zařízení – Aleš Tománek* [online]. Dostupné z: <http://www.a-t.cz/revize-hromosvodu/>
- [9] JAK NA TO: Revize a kontroly elektrických spotřebičů podle platné normy - Elektrická zařízení - Revize Kontroly.cz. *Vše o revizích a kontrolách - Revize Kontroly.cz* [online]. Copyright © 2011 [cit. 29.04.2021]. Dostupné z: <https://revizekontroly.cz/odborne-clanky/elektricka-zarizeni/jak-na-to-revize-a-kontroly-elektrickych-spotrebicu-podle-platne-normy>